

**MANUFACTURE OF SUPERPLASTIC ALUMINUM ALLOY SHEET**

Patent Number: JP57152453  
Publication date: 1982-09-20  
Inventor(s): MISHIMA RIYOUJI; others: 02  
Applicant(s): MITSUBISHI KEIKINZOKU KOGYO  
Requested Patent: ☐ JP57152453  
Application: JP19810036268 19810313  
Priority Number(s):  
IPC Classification: C22F1/04  
EC Classification:  
Equivalents: JP1677475C, JP63057491B

**Abstract**

**PURPOSE:**To obtain an Al alloy sheet with remarkably enhanced superplasticity by continuously casting and rolling a molten Al alloy contg. Mg, Mn and Cr into a beltlike plate, annealing the plate, and cold-rolling it to make the recrystallized grains fine.  
**CONSTITUTION:**A molten Al alloy contg., by wt., 4.0-6.0% Mg, 0.4-1.5% Mn and 0.05-0.2% Cr is continuously cast and rolled into a beltlike plate having 3-20, especially 4-15mm. thickness. The suitable casting speed of said continuous casting and rolling is 0.5-1.3m/min, and the suitable temp. of the molten alloy is 680-730 deg.C. The plate is then annealed at 470-530, especially 490-510 deg.C, and the annealed plate is directly cold rolled until the reduction ratio reaches  $\geq 70$ , especially  $\geq 80\%$ . Thus, the finely precipitated state of the added elements obtd. by the annealing is maintained, and an alloy sheet with superior superplastic characteristics is obtd.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

① 日本国特許庁 (JP) ② 特許出願公開  
③ 公開特許公報 (A) 昭57-152453

④ Int. Cl.<sup>3</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑤ 公開 昭和57年(1982)9月20日  
C 22 F 1/04 8019-4K  
// C 22 C 21/06 C B B 8218-4K 発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

## ⑥ 超塑性アルミニウム合金板の製造法

⑦ 特 願 昭56-36268  
⑧ 出 願 昭56(1981)3月13日  
⑨ 発 明 者 三島良治  
町田市小川2丁目11番2号  
⑩ 発 明 者 松石藤夫  
町田市南つくし野3丁目8番3

号  
⑪ 発 明 者 宮本仁  
横浜市緑区つつじヶ丘5番地1  
⑫ 出 願 人 三菱軽金属工業株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目5  
番2号  
⑬ 代 理 人 弁理士 長谷川一 外1名

## 明 細 書

- 1 発明の名称  
超塑性アルミニウム合金板の製造法
- 2 特許請求の範囲
- (1) 4.0~4.0 (重量) % のマグネシウム、  
0.4~1.5 (重量) % のマンガンおよび0.05  
~0.2 (重量) % のクロムを含むアルミニウ  
ム合金溶湯を、連続的に鋳造圧延して厚さ3  
~20 mm の帯状板とし、次いでこれを470  
~530 °C の温度で焼きなまし処理を施した  
のち、70 % 以上の圧延率に達するまで冷間  
圧延を行なうことを特徴とする超塑性アルミ  
ニウム合金板の製造法。
- 3 発明の詳細な説明
- 本発明は超塑性アルミニウム合金板の製造法  
に関するものである。詳しくは、再結晶粒を微  
細化することにより超塑性を著るしく向上させ  
たアルミニウム合金板の製造法に関するもので  
ある。

外部から材料に機械的力を加えると、材料に

局部的変形(くびれ)が発生することなく、数  
百から千倍に達する異常な伸びが得られる金  
属や合金は、超塑性金属または超塑性合金とし  
て知られている。アルミニウムの超塑性合金に  
は、再結晶微細粒超塑性合金と共晶微細組織超  
塑性合金の2種類が知られている。再結晶微細  
粒超塑性合金は、冷間圧延された合金板を焼鈍  
することにより新たに生ずる再結晶粒を、微細  
になるように制御したものである。また、共晶  
微細組織超塑性合金は、鋳造時に微細になるよ  
うに制御した共晶(混合相)組織を、圧延後ま  
で持ち残したものである。これらいずれの超  
塑性合金においても、その組織は粒径0.5ミク  
ロンから最大10ミクロンの微細な結晶粒から  
なり、円滑な粒界移動またはすべりが起こること  
により、材料の塑性変形が容易に行なわれる。  
再結晶微細粒超塑性合金では、結晶粒の粗大化  
を阻止するために特殊な元素を添加することが  
必要である。多くの場合、このような効果を示  
す添加元素としては、遷移元素が用いられてい

特開2005-152453(2)

る。また、超塑性合金に引張変形を生じさせると、結晶粒内で加工硬化が起り、ついには塑性変形が固態となる。このような加工硬化を低減させるため、上記元素に加えて更に銅、マグネシウム、亜鉛等を加えることも知られている。これらの元素は、動的再結晶、すなわち材料の変形と同時に再結晶を起し、常に変形前の材料の組織を再生する作用を有する。

本発明は連続鍛造圧延工程を経由することにより、アルミニウム合金の超塑性を著しく向上させる方法を提供するものである。

本発明によれば、 $4.0 \sim 6.0$  (重量) % のマグネシウム、 $0.4 \sim 1.5$  (重量) % のマンガンおよび $0.05 \sim 0.2$  (重量) % のクロムを含むアルミニウム合金溶湯を、連続的に鍛造圧延して厚さ $3 \sim 20$  mmの帯状板とし、次いでこれを $470 \sim 530$  °Cの温度で焼きなまし処理を施したのち、 $70$  %以上の圧延率に達するまで冷間圧延を行なうことにより、超塑性の著しく向上したアルミニウム合金板を製造することが

できる。

本発明を更に詳細に説明すると、本発明で用いるアルミニウム合金は、 $4.0 \sim 6.0$  (重量) % のマグネシウム、 $0.4 \sim 1.5$  (重量) % のマンガンおよび $0.05 \sim 0.2$  (重量) % のクロムを含んでいることが必要である。マグネシウムは、前述の如く、動的再結晶ないし回復を生じさせるのに有効な元素である。マグネシウムは多いほど効果的であり、少なくとも $4.0$  (重量) % は必要である。しかし、 $6.0$  (重量) % よりも多くなると、粗大化した $\beta$ 相 ( $Mg-Al$ 化合物) が粗粒に晶出し、冷間圧延を困難にする。マンガンとクロムとは再結晶粒の粗大化を防止する作用を有する。マンガンは $1.5$  (重量) % 以下、すなわち鍛造時には固溶し得る範囲で添加する。しかし $0.4$  %未満ではその添加効果は少ない。鍛造時に固溶し得る以上のマンガンを添加すると、鍛造時に粗大な晶出物を生ずる。この晶出物は再結晶粒の微細化に寄与しないばかりでなく、冷間圧延に悪影響を及ぼす。同様にク

- 5 -

ロムも、その添加量が $0.2$  %より多くなると、マンガンと粗大な化合物をつくり易くなり、マンガンおよびクロムの微細化効果を失なわせる。また、その添加量が $0.05$  %未満では添加効果が少ない。

本発明で用いるアルミニウム合金には、さらに上記の添加元素と作用してその効果を低減させることのない相の遷移元素、例えばジルコニウム、を加えてもよい。また常法によりチタンおよび銅を微量添加して結晶の微細化を図つてもよい。さらに一般のアルミニウム合金中に含有される鉄、亜鉛、銅等の不純物については、通常の合金中に許容される範囲、すなわち鉄 $0.4$  %以下、亜鉛 $0.4$  %以下、銅 $0.1$  %以下であれば、存在していても差しつかえない。

本発明では、上述の組成のアルミニウム合金溶湯を、連続的に鍛造圧延して、厚さ $3 \sim 20$  mm、好ましくは $4 \sim 15$  mmの厚さの帯状板を製造する。連続鍛造圧延法は公知であり、ヘンダー法、ジョ法、ヘズレー法などいくつかの

- 6 -

方法が知られている。これらの連続鍛造圧延法によれば、2個の回転する鍛造用ロールまたは走行する鍛造用ベルトなどで構成される鍛造機にノズルを配設し、このノズルを経て合金溶湯を鍛造機内に導入し、鍛造機で冷却しながら同時に圧延することにより帯状板が製造される。この方法によれば、鍛造時にマンガンおよびクロムの固溶量が増加するため、前記したマンガンおよびクロムの添加量範囲内ではマンガン、クロムを含む金属間化合物などは殆んど晶出せず、後続の熱処理と組合せることにより再結晶微細化効果を著しく向上させることができる。連続鍛造圧延の鍛造速度(帯状板の進行速度)は $0.5 \sim 1.5$  m/分、溶湯温度は $650 \sim 730$  °Cが適当である。

このようにして得られた帯状板は、 $470 \sim 530$  °Cの間の温度で焼きなまし処理を施す。焼きなまし時間は $6 \sim 24$  時間が適当である。温度が低い場合には時間を長くし、温度が高い場合には時間を短くすることは、一般の熱処理

- 5 -

- 292 -

- 6 -

特開昭57-152453(3)

と同様である。この焼きなましにより、鋳造時に析出したマグネシウムを均一に溶体化させ、効的な再結晶に及ぼすマグネシウムの効果を高めることができる。また、過飽和に固溶したマンガンおよびクロムを、再結晶粗界の移動の阻止に有効な均一微細な析出物として析出させることができる。焼きなまし温度が $470^{\circ}\text{C}$ よりも低いと、マグネシウムを十分に溶体化させ、しかもマンガンおよびクロムを有効に析出させることはできない。また、 $530^{\circ}\text{C}$ を超えると、マンガンおよびクロムの析出量が減少し、かつ析出物も粗大化するので、粗大移動阻止の効果が著しく低下する。

好適な焼きなまし温度は $490\sim 510^{\circ}\text{C}$ である。

焼きなましした帯状板は、次いで熱間圧延を行なうことなく、最低 $70\%$ 以上、好ましくは $80\%$ 以上の圧延率に達するまで冷間圧延される。これにより焼きなましにより得られた添加元素の微細な析出状態を維持することができ、

優れた超塑性特性を示す合金板を製造することができる。もし焼きなまし後の熱間圧延を行なうと、この添加元素の微細な析出状態を維持することは不可能であり、得られる合金板の超塑性特性が損なわれる。通常は $0.5\sim 2.0\text{mm}$ の厚さとなるまで圧延する。

本発明方法により製造されたアルミニウム合金板は、 $300^{\circ}\text{C}$ 以上、特に $400^{\circ}\text{C}$ 以上の温度で優れた超塑性特性を示す。従つて、この特性を利用して、一般の超塑性材料に適用される各種の加工法により成形加工することができる。その代表的なものは、雌型を使用し、流体圧により材料を雌型に密着させる真空成形およびバンプ加工である。加工時のひずみ速度は通常 $1\times 10^{-3}\sim 1\times 10^{-1}/\text{秒}$ の範囲で、また半軸伸びは $100\sim 500\%$ の範囲で行なうのが好ましい。

次に実施例および比較例により本発明を更に具体的に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り、以下の実施例に限定されるものではない。

- 7 -

ない。

実施例1/～3および比較例1/～4

表1/に示す各種組成のアルミニウム合金を、それぞれガス炉で溶解し、溶湯温度を $750^{\circ}\text{C}$ として十分に脱ガスした。この溶湯にチタン $5\%$ 、銅 $1\%$ を含むアルミニウム母合金を、チタン含有量が $0.03\%$ となるように添加した。直径 $30\text{mm}$ の2個の水車ロールで構成された駆動側型を用い、上記の溶湯を $730^{\circ}\text{C}$ で $100\text{mm}/\text{分}$ の鋳造速度で連続的に鋳造圧延して厚さ $5.5\text{mm}$ の帯状板を製造した。

この帯状板を表1/に示す条件で焼きなまししたのち、冷間圧延により厚さ $1.0\text{mm}$ の合金板とした(圧延率約 $82\%$ )。このようにして製造されたアルミニウム合金板から、JIS 2220「金属材料引張試験片」に準拠して引張り試験片(厚さ $1\text{mm}$ 、平行部長さ $25\text{mm}$ 、平行部巾 $10\text{mm}$ )を切り出した。この試験片につき、JIS 2224「引張り試験法」に準拠して標点間距離 $25\text{mm}$ 、試験温度 $400\sim 530^{\circ}\text{C}$ 、初

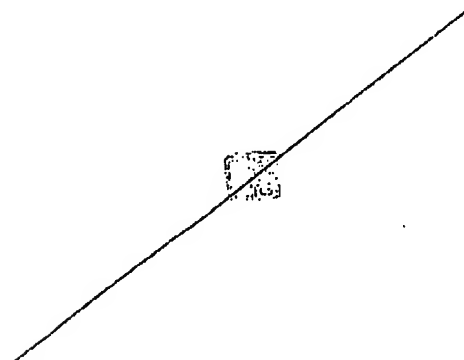
- 8 -

期の鋳造速度が $1.3\times 10^{-3}/\text{秒}$ で引張り試験を行ない、試験片の伸びを測定した。

結果を表2/に示す。

比較例5

半連続鋳造により得られたスラブ(厚さ $457\text{mm}$ 、巾 $1067\text{mm}$ )を熱間圧延して得られた厚さ $6\text{mm}$ の圧延板を、表1/の条件で焼きなまししたのち、冷間圧延により厚さ $1.0\text{mm}$ の合金板とした。これを用いて、上記と同様に引張り試験を行ない、その伸びを測定した。結果を表2/に示す。



- 9 -

- 293 -

- 10 -

特開昭57-152453(4)

表-1 試験片の組成および製法

	組成 (重量%)			焼きなまし条件
	Mo	Mn	Cr	
実施例1	4.5	0.73	0.14	500℃×12hr
" 2	4.6	1.3	0.14	"
" 3	5.5	0.55	0.13	"
比較例1	4.5	—	0.48	"
" 2	4.5	0.73	0.50	"
" 3	4.6	0.57	—	"
" 4	4.5	0.73	0.14	なし
" 5	4.4	0.52	0.10	810℃×8hr

表-2 引張り試験

	引張り破断伸び(%)				最大応力 (kg/mm <sup>2</sup> )			
	400℃	450℃	500℃	530℃	400℃	450℃	500℃	530℃
実施例1	318	372	508	616	2.40	1.37	0.75	0.50
" 2	316	358	454	416	2.23	1.24	0.65	0.41
" 3	310	370	573	—	2.11	1.09	0.50	—
比較例1	140	152	166	268	3.22	1.94	1.11	0.79
" 2	260	358	364	448	2.65	1.45	0.78	0.47
" 3	224	328	200	80	2.20	1.21	0.85	0.72
" 4	50	92	174	256	4.43	2.51	1.42	0.86
" 5	247	274	328	390	2.75	1.66	0.92	0.67

特許出願人 三菱重工業株式会社

代理人 弁理士 長谷川

任か/名